¿Catastrofismo?¡Sí!

Ariel A. Roth

Idas y venidas del mundo científico ante el papel del catastrofismo en la historia geológica.

Temprano en la mañana del 14 de noviembre de 1963, la tripulación del barco pesquero *Isleifur II* notó un extraño olor en el aire, parecido al del azufre, pero lo consideró de poca importancia. Alrededor de una hora después, el barco, navegando cerca de la costa de Islandia, comenzó a balancearse en forma extraña. A la débil luz del amanecer, la tripulación observó hacia el sur que se elevaba humo oscuro. Pensando que se podría haber incendiado un barco, verificaron si había algún mensaje de S.O.S en la radio, pero no se oía ninguno. Por medio de sus binoculares, el capitán observó que surgían del mar unas negras columnas a aproximadamente un kilómetro de distancia. La tripulación inmediatamente sospechó que era un volcán; después de todo, debían saberlo porque provenían de Islandia, donde la actividad volcánica es casi una forma de vida. Los pescadores estaban justamente sobre la cadena volcánicamente activa del centro del Atlántico. Allí el fondo del océano está a aproximadamente 100 metros bajo el nivel del mar, de manera que la actividad de un volcán submarino se puede notar fácilmente desde la superficie.

La perturbación continuó todo el día, con piedras, destellos de luz y una columna de vapor, ceniza, y humo, que se elevaban a tres kilómetros de altura en el aire. En cinco días, donde antes sólo había mar abierto, se había formado una isla de 600 metros de largo (Figura 1). La isla, luego llamada "Surtsey" en honor al mitológico gigante "Surtur", con el tiempo llegó a tener un diámetro de casi dos kilómetros. Sorprendentemente, cuando los científicos la recorrieron, tenía el aspecto de haber estado allí por mucho tiempo. En un período de unos cinco meses se habían formado una playa y un acantilado de aspecto maduros (Figura 2). Uno de los investigadores comentó: "Lo que en otros lugares requiere miles de años puede llevar unas pocas semanas o aún pocos días aquí. En Surtsey alcanzaron sólo unos pocos meses para crear un paisaje tan variado y maduro que era casi increíble".[1]

Por lo general, en nuestra tierra relativamente plácida, los cambios no ocurren muy rápidamente, pero a veces eventos como la formación de la isla Surtsey nos recuerdan que pueden ocurrir cambios catastróficos rápidos.

Catastrofismo y uniformismo

Tanto el catastrofismo como el uniformismo han jugado un papel importante en la interpretación de la historia de la tierra. El primero supone eventos geológicos mayores rápidos e inusuales, mientras que el segundo afirma el concepto contrario, de cambios lentos, pequeños y prolongados. Las largas edades requeridas para cambios lentos uniformistas demandan que se descarte el registro bíblico de una creación reciente cuando se explica la formación de inmensos estratos geológicos y de fósiles que aparecen en la superficie de la tierra. El uniformismo está más de acuerdo con una historia evolucionista prolongada y largas edades geológicas, mientras que el catastrofismo está más de acuerdo con el concepto bíblico de una creación reciente y un diluvio mundial posterior. El diluvio bíblico, que pudo haber depositado los estratos geológicos rápidamente, representa el mejor ejemplo de catastrofismo.

A través de casi toda la historia humana, el catastrofismo fue una opinión bien aceptada,[2] figurando en la mitología antigua y en la antigüedad grecorromana. El interés disminuyó durante los tiempos medievales, aunque los árabes seguían de cerca a Aristóteles, quien creía en las catástrofes. El renacimiento vio un interés renovado en el asunto. Frecuentemente se explicaban los abundantes fósiles marinos encontrados en los Alpes como re-

sultado del diluvio. Los siglos XVII y XVIII presenciaron intentos de armonizar la ciencia con los registros bíblicos de la creación y del diluvio. No obstante, hubo algunos detractores notables, tales como René Descartes (1596-1650), que sugirieron que la tierra se formó por un proceso de enfriamiento. Las ideas ortodoxas comenzaron a modificarse, tales como las sugerencias de que el diluvio pudo haber sido el resultado de causas naturales y que tal vez no formó todos los estratos de rocas sedimentarias. Georges Cuvier (1769-1832) propuso la idea de las catástrofes múltiples en Francia, y durante este período algunos otros intelectuales defendieron el uniformismo.

Al mismo tiempo, en Inglaterra, hubo un fuerte apoyo para el diluvio bíblico de parte de autoridades influyentes como William Buckland, Adam Sedgwick, William Conybeare y Roderick Murchison. En este ambiente apareció un libro que tendría más influencia en el pensamiento geológico que cualquier otro.

El libro "Principles of Geology"[3] apareció por primera vez en 1830. Escrito por Charles Lyell, cambió profundamente el clima prevaleciente del pensamiento geológico del catastrofismo a los cambios estrictamente lentos del uniformismo. Hacia la mitad del siglo XIX, el uniformismo había llegado a ser un concepto dominante y el catastrofismo una opinión menguante. Varios esquemas trataron de reconciliar el registro bíblico de una creación reciente con las largas eras geológicas propuestas por el uniformismo.



Figura 1. La isla de Surtsey en desarrollo, al sur de Islandia. En esta etapa tiene sólo cuatro días.



Figura 2. La nueva isla de Surtsey. Nota la playa, el acantilado y los hombres como escala. Los pequeños objetos blancos en la playa en el primer plano son krill, crustáceos planctónicos que constituyen el alimento de las ballenas. Las rocas que asoman en el horizonte distante no son parte de la isla. Cinco meses y dos días antes esta zona era océano abierto.

Fotos de Surtsey, de Sigurdur Thorarinsson. Copyright © 1964, 1996 by Almenna Bokafelagid. Usado con permiso de Viking Penguin, una división de Penguin Putnam Inc.

El evento Bretz

En 1923 el geólogo Harlen Bretz, de opinión independiente, describió uno de los paisajes más inusuales que se encuentran en la superficie de nuestro planeta. Se trata de unos 40.000 kilómetros cuadrados en la región sudeste del estado de Washington (E.U.A.), que se caracteriza por una amplia red de enormes canales secos. A veces éstos tienen muchos kilómetros de ancho, formando un laberinto de montes aislados y cañones cortados en la dura roca volcánica. A diferencia de los valles comunes de los ríos, que generalmente tienen una amplia forma en V en corte transversal, estos canales frecuentemente muestran costados empinados y fondos planos, en forma de U. Además, se han encontrado a diferentes alturas enormes montículos de grava fluvial. La evidencia de centenares de antiguas cataratas, algunas de hasta 100 metros de altura, con grandes pozos de caída erosionados en sus bases, testifican que existió algo muy inusual.

¿Cómo se formó este terreno tan extraño? Bretz tenía una idea, pero era lo suficientemente extravagante como para que provocara una controversia geológi-

ca que duró 40 años. En su primera publicación sobre este tema, Bretz no expresó su sospecha acerca de una gran inundación catastrófica, sino sólo indicó que se habrían requerido prodigiosas cantidades de agua.[4] Sin embargo, más adelante el mismo año, publicó un segundo ensayo expresando su opinión de que este paisaje había sido formado por una inundación catastrófica realmente enorme, pero breve. Esta inundación había derruido el área, erosionado los canales y depositado los inmensos bancos de grava.[5]

En ese tiempo, los geólogos se oponían a cualquier tipo de explicación asociada con catástrofes y Bretz sabía esto. El uniformismo era el enfoque aceptado y no se les daba importancia a los volcanes y terremotos, aunque se reconocía que tenían un efecto. El catastrofismo era anatema; estaba en la misma categoría en la que se encuentra hoy el creacionismo en muchos círculos científicos—totalmente inaceptable. La comunidad geológica tenía que tratar con este joven advenedizo Bretz, que estaba completamente fuera de línea. Sus ideas heréticas se hallaban incómodamente cerca de la idea del diluvio bíblico que los científicos rechazaban.[6] Estos pensaban que adoptar las teorías de Bretz significaría un retroceso hacia la "Alta Edad Media".[7]

Mientras Bretz, que era profesor de geología en la Universidad de Chicago, continuaba con sus investigaciones y publicaciones, algunos geólogos decidieron tratar de persuadir a su colega rebelde. En 1927, fue invitado a presentar sus puntos de vista ante la Geolgical Society of Washington, DC. Había un propósito especial detrás de esta invitación: "una verdadera falange de escépticos se habían congregado para debatir la hipótesis de la inundación".[8] Después de la presentación de Bretz, cinco miembros de la prestigiosa U. S. Geological Survey presentaron sus objeciones y explicaciones alternativas tales como la glaciación y otros cambios lentos.[9] ¡Dos de esos geólogos ni siquiera habían visitado la zona! Al contestarles, Bretz, un tanto cansado, comentó: "Sin embargo, tal vez mi actitud de finalidad dogmática resultó ser contagiosa".[10] Uno de los mayores problemas de la idea de Bretz quedaba sin contestar: ¿De dónde salió tanta agua de repente? Aparentemente ninguna opinión cambió en la reunión; la idea de una inundación catastrófica todavía les parecía absurda a la mayoría de los científicos.

Durante los años siguientes, la comunidad geológica se concentró en desarrollar alternativas para el modelo de Bretz. En las palabras de Bretz, la "herejía debe ser sofocada en forma suave pero firme".[11] No obstante, los estudios de campo continuaron produciendo datos favorables a la interpretación catastrófica, y el conflicto comenzó a moderarse. Bretz y otros encontraron una fuente para las aguas de la inundación. El antiguo Lago Missoula una vez había albergado hacia el este 2.100 kilómetros cúbicos de agua. Cierta evidencia indicaba que el hielo había represado el lago. Una ruptura repentina del hielo habría liberado el agua necesaria para producir la evidencia de la rápida erosión observada hacia el oeste. El mejor apoyo para esta explicación apareció posteriormente cuando los científicos encontraron ondas gigantes tanto en el Lago Missoula como en la región de los canales hacia el oeste. Probablemente algunos de ustedes estén familiarizados con las líneas de ondas paralelas que se observan frecuentemente en los lechos arenosos de los arroyos y ríos. Estas generalmente tienen unos pocos centímetros de cresta a cresta. Pero las ondas en el lecho del Lago Missoula y hacia el oeste eran gigantescas, medían hasta 15 metros de alto, con una distancia de 150 metros de cresta a cresta.[12] Sólo inmensas cantidades de agua moviéndose rápidamente podrían producir tal efecto. Algunos estudios más recientes se han concentrado en los detalles. Hay quienes sugieren que pudo haber habido tantos como ocho o más episodios diluviales.[13] Uno de los estudios propuso que el agua fluía a 108 kilómetros por hora, erosionando los profundos canales en la dura roca volcánica en pocas horas o días.[14]

Finalmente las interpretaciones maestras de Bretz basadas en el estudio cuidadoso de las rocas fueron aceptadas por la mayoría de los geólogos. En 1965 la Asociación Internacional para la Investigación del Cuaternario organizó un viaje de estudio a la región. Al cierre de la conferencia, Bretz, quien no pudo asistir, recibió un telegrama de los participantes con sus saludos. El telegrama terminaba con la siguiente oración: "Ahora todos somos catastrofistas".[15] En 1979 Bretz fue premiado con la Medalla Penrose, el premio geológico más prestigioso de Estados Unidos. Bretz había ganado; y el catastrofismo también. Este "Noé" de los tiempos modernos y su igualmente indeseada inundación habían sido vindicados.

Corrientes de turbidez

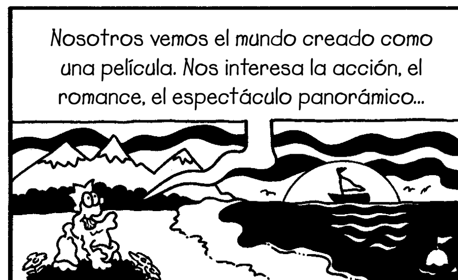
A mediados del siglo XX, algunos geólogos habían notado que el uniformismo estricto contradecía la información proporcionada por las rocas mismas. Bretz había hallado evidencias de acción muy rápida. Otros científicos encontraban estratos sedimentarios con ambos componentes, de aguas playas y profundas.[16] ¿Cómo se podrían haber mezclado entre sí bajo condiciones tranquilas? La conclusión: catastróficas corrientes submarinas de barro, que comienzan desde aguas someras y fluyen hacia aguas profundas. Estas rápidas corrientes de barro, llamadas *corrientes de turbidez,* producen depósitos especiales llamados *turbiditas*. Las turbiditas han llegado a ser sorprendentemente comunes en todo el mundo. Unos pocos pensadores audaces han sugerido otras actividades catastróficas tales como extinciones masivas causadas por flujos de radiación cósmica[17] de alta energía y el repentino derramamiento de agua fría del ártico sobre los océanos del mundo.[18] Todas estas teorías indican una creciente separación del estricto uniformismo.

El golpe de gracia para el dominio de las explicaciones uniformistas no provino, sin embargo, del estudio de las rocas mismas, sino de los fósiles que contenían. ¿Por qué desaparecieron los dinosaurios cerca del fin del cretácico, y por qué son evidentes otras extinciones masivas en otros niveles del registro fósil? Debe encontrarse alguna causa razonable. Se han propuesto varias explicaciones para la extinción de los dinosaurios, desde la inanición y la ingestión de hongos venenosos hasta la fiebre del heno. No obstante, su desaparición ha sido considerada en general como un misterio. Entonces en 1980 Luis Alvarez, laureado con el premio Nóbel, de la Universidad de California en Berkeley, y otros[19] sugirieron que la inusual abundancia del ele-

mento iridio encontrado en una cantidad de lugares alrededor del mundo al final de los estratos cretácicos pudo haber provenido de un asteroide que chocó contra la tierra y mató a los dinosaurios. La idea generó una reacción mixta. Algunos la cuestionaron porque los dinosaurios y otros organismos no parecen haber desaparecido tan rápidamente según los estratos fósiles. Otros propusieron una extensa actividad volcánica e incendios mundiales, o el impacto de un cometa en vez de un asteroide.

El debate acerca de los detalles continúa, pero la puerta hacia las interpretaciones catastrofistas está abierta de par en par. La literatura científica informa hoy una amplia gama de repentinos cambios mayores.

Cristián





© Joel Kauffmann

Ideas catastróficas más recientes

Algunas de las ideas catastróficas más recientes proponen que los cometas o los asteroides podrían elevar olas marinas de hasta una altura de ocho kilómetros[20] y mandar penachos volátiles de agua a cientos de kilómetros por sobre la superficie de la tierra.[21] Otros efectos propuestos incluyen ráfagas de aire a 500° C viajando a 2.500 kilómetros por hora que matarían la mitad de la vida sobre la tierra, y terremotos globales acompañados de olas terrestres que llegarían a la altura de 10 metros. También se propuso la apertura de grietas que van desde 10 a 100 kilómetros y la rápida formación de montañas.[22] Hasta hay una sugerencia de que estos impactos podrían haber iniciado la ruptura del super continente antiguo de la tierra llamado Gondwana.[23]

El catastrofismo ha retornado en forma rápida, pero no es exactamente el catastrofismo clásico de hace dos siglos que incorporó el diluvio bíblico como un evento geológico mayor.[24] Es interesante que algunos geólogos recientemente sugirieron que un impacto extraterrestre podría estar relacionado con el registro del diluvio por parte del Génesis. En el presente, se acepta fácilmente la idea de rápidas catástrofes mayores, pero en contraste con el diluvio bíblico, que duró sólo un año, se introduce mucho tiempo entre muchas catástrofes mayores. El término *neocatastrofismo* parece estar ganando aceptación, mientras que se hacen intentos por distinguir el concepto nuevo del catastrofismo antiguo. El retorno a las interpretaciones catastrofistas ha sido identificado como "un gran adelanto filosófico",[25] y se acepta que "se está reconociendo en forma creciente el profundo papel de grandes tormentas a través de la historia geológica".[26] Esta última opinión encaja bien con el modelo bíblico del diluvio como extensas series de tormentas durante el año del diluvio.

El neocatastrofismo ha estimulado la reinterpretación de muchos aspectos geológicos. Por ejemplo, muchos depósitos sedimentarios que se pensaba que se habían acumulado lentamente ahora son interpretados como el resultado de rápidas corrientes de turbidez, y un número de arrecifes de coral fósiles, de los que previamente se pensaba que se habían formado lentamente, ahora son reinterpretados como rápidas corrientes de deyecciones.

Ejemplos de acción rápida

Bajo condiciones normales y tranquilas, los cambios en la superficie terrestre son muy lentos. No obstante, hay muchos ejemplos de actividad catastrófica que sugieren cambios mayores en poco tiempo.

La erosión puede ocurrir muy rápidamente. En 1976 la recientemente construida represa "Teton" en Idaho, Estados Unidos, comenzó a perder agua de manera incontrolable y el torrente cortó a través del sedimento hasta una profundidad de 100 metros en menos de una hora. La represa estaba hecha de sedimento blando, que es erosionado fácilmente. No obstante, se ha propuesto que los canales de Bretz, mencionados anteriormente, que están en dura roca basáltica, fueron cortados hasta una profundidad equivalente en unos pocos días. Se ha determinado que la capacidad de acarreo del agua en movimiento aumenta como la tercera a cuarta potencia de la velocidad.[27] Esto significa que si la velocidad de la corriente aumenta diez veces, el agua puede transportar de 1.000 a 10.000 veces más de sedimentos.

Los no creacionistas a veces señalan que la columna geológica es demasiado gruesa como para haber sido depositada en el único año del diluvio.[28] Esto no es un argumento significativo. Mientras que la mayoría de los creacionistas excluirán la porción más baja (precámbrico), y las más altas de la columna geológica del diluvio, algunas tasas de deposición actuales son tan veloces que no habría problema para depositar la columna entera en unas pocas semanas. Las corrientes de turbidez pueden depositar su sedimento en una sola localidad en unos pocos minutos o menos, y sobre miles de kilómetros cuadrados en unas pocas horas. Turbiditas inmensas, llamadas *megaturbiditas,* encontradas en España tienen espesores de hasta 200 metros, junto con un inmenso volumen de 200 kilómetros cúbicos.[29] También hay varios métodos, además de las corrientes de turbidez, que causan la rápida deposición de los sedimentos. Un intenso diluvio durante un año podría depositar una gran cantidad de sedimentos.

Frecuentemente se supone que la acumulación de gruesos estratos de minúsculos microorganismos tales como los acantilados blancos de Dover en Inglaterra requieren largos períodos de tiempo. Pero tal acumulación puede ocurrir rápidamente. A lo largo de la costa de Oregon, Estados Unidos, una tormenta de tres

días con fuertes vientos y lluvia depositó de 10 a 15 centímetros de diatomeas microscópicas a lo largo de 32 kilómetros. He visto un ave fósil preservada y muchos peces en gruesos depósitos de diatomeas microscópicas cerca de Lompoc, California. También se encontró una ballena en este depósito. Tal preservación requeriría un sepultamiento rápido antes de que ocurra la desarticulación del organismo.[30] Se descubrió que la desarticulación de las aves normalmente sucede en unos pocos días. Es evidente que algunos estratos de organismos microscópicos han sido depositados rápidamente.

Algunas deducciones

Podemos aprender lecciones de la historia de las interpretaciones del catastrofismo y del uniformismo. Durante milenios, fueron aceptadas las catástrofes; luego, por más de un siglo, fueron virtualmente erradicadas de todo pensamiento científico. Y ahora son aceptadas nuevamente. Esto ilustra cómo la ciencia cambia a menudo sus puntos de vista, y a veces aun acepta conceptos que había rechazado anteriormente. La Biblia, por otro lado, no cambia. Es de interés que la renovada aceptación de las catástrofes provino mayormente del estudio de las rocas mismas. Deberíamos ser cautelosos en cuanto a aceptar posturas generales, como el uniformismo, que están basadas en la opinión o en una cantidad restringida de información. Por otra parte, las interpretaciones catastrofistas más recientes, ahora vueltas a ser aceptadas por la ciencia, muestran que eventos aun mayores pueden ocurrir rápidamente. Lo cual torna al registro bíblico de los orígenes, incluyendo a la creación y el diluvio, mucho más plausibles.

Ariel Roth (Ph.D., University of Michigan) es el director de Origins *y ex director del Geoscience Research Institute. Su libro:* Origins: Linking Science and Scripture, *del cual se ha adaptado este artículo, ha sido publicado recientemente por la Review and Herald Publishing Association. La dirección del Dr. Roth: Geoscience Research Institute - Loma Linda University; Loma Linda, California 92350. Fax: (909) 824-92350. E-mail: gri.ccmail.llu.edu*

Notas y referencias

1. S. Thorarinsson, *Surtsey: The New Island in the North Atlantic*, S. Eysteinsson, tr. (New York: The Viking Press, 1964), p. 39.
2. Para análisis generales, ver: D. Ager: *The New Catastrophism: the Importance of the Rare Event in Geological History* (Cambridge and New York: Cambridge University Press, 1993); A. Hallam: *Great Geological Controversies*, 2d. ed. (Oxford and New York: Oxford University Press, 1989), pp.30-64, 184-215; R. Huggett, *Cataclysms and Earth History: the Development of Diluvialism* (Oxford: Clarendon Press, 1989).
3. C. Lyell: *Principles of Geology; or The Modern Changes of the Earth and Its Inhabitants Considered as Illustrative of Geology,* ed. rev. (New York: D. Appleton & Co., 1857).
4. J. H. Bretz: “Glacial Drainage on the Columbia Plateau”, *Geological Society of America Bulletin* 34 (1923): 573-608.
5. Bretz: “The Channeled Scablands of the Columbia Plateau”, *Journal of Geology* 31 (1923): 617-649.
6. J. E. Allen, M. Burns, y S. C. Sargent: *Cataclysms on the Columbia: Scenic Trips to the Northwest’s Geologic Past, No. 2* (Portland, Ore.: Timber Press, 1986), p. 44.
7. J. H. Bretz: “The Channeled Scabland: Introduction”, in V. R. Baker, ed., *Catastrophic Flooding: the Origin of the Channeled Scabland: Benchmark Papers in Geology 55* (Stroudsburg, Penna.: Dowden, Hutchinson & Ross, 1981), pp. 18, 19.
8. Baker, p. 60 (nota 7).
9. Para un informe de las presentaciones y discusiones, ver: J. H. Bretz: “Channeled Scabland and the Spokane Flood” in Baker, pp. 65-76.
10. *Id.,* p. 74.
11. J. H. Bretz, H. T. U. Smith, y G. E. Neff: “Channeled Scabland of Washington: New Data and Interpretations”, *Geological Society of America Bulletin* 67 (1956): 957-1049.
12. *Id.,* J. T. Pardee: “Unusual Currents in Glacial Lake Missoula, Montana”, *Geological Society of America Bulletin* 53 (1942): 1569-1600.
13. J. H. Bretz: “The Lake Missoula Floods and the Channeled Scabland”, *Journal of Geology* 77 (1969): 505-543; M. Parfit: “The Floods That Carved the West”, *Smithsonian* 26 (1995) 1:48-59.
14. V. R. Baker: “Paleohydraulics and Hydrodynamics of Scabland Floods” in: Baker, pp. 255-275 (nota 7).
15. Bretz 1969 (nota 13).
16. M. L. Natland, P. H. Kuenen: “Sedimentary History of the Ventura Basin, California, and the Action of Turbidity Currents”, *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication* 2 (1951): 76-107; F. B. Phleger: “Displaced Foraminifera Faunas”, *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication* 2 (1951): 66-75.
17. O. H. Schindewolf: “Neocatastrophism?” V.A. Firsoff, tr. *Catastrophist Geology* 2 (1977): 19-21.
18. S. Gartner y J. P. McGuirk: “Terminal Cretaceous Extinction Scenario for a Catastrophe”, *Science* 206 (1979): 1272-1276.
19. L. W. Alvarez, W. Alvarez, F. Asaro, H. V. Michel: “Extraterrestrial Cause for the Cretaceous-Tertiary Extinction”, *Science* 208 (1980): 1095-1108.
20. W. M. Napier, S. V. M. Clube: “A Theory of Terrestrial Catastrophism”, *Nature* 282 (1979): 455-459.
21. H. J. Melosh: “The Mechanics of Large Meteoroid Impacts in the Earth’s Oceans”, *Geological Society of America Special Paper* 190 (1982): 121-127.
22. V. Clube, B. Napier: “Close Encounters with a Million Comets”, *New Scientist* 95 (1982): 148-151.
23. V. R. Oberbeck, J. R. Marshall, y H. Aggarwal: “Impacts, Tillites, and the Breakup of Gondwanaland”, *Journal of Geology* 101 (1993): 1-19.
24. E. Kristan-Tollmann, y A. Tollmann: “The Youngest Big Impact on Earth Deduced From Geological and Historical Evidence”, *Terra Nova* 6 (1994):209-217.
25. E. Kauffman, quoted in R. Lewin: “Extinctions and the History of Life”, *Science* 221 (1983): 935-937.
26. D. Nummedal: “Clastics”, *Geotimes* 27 (1982)2: 22-23.
27. A. Holmes: *Principles of Physical Geology*, rev. ed. (New York: The Ronald Press Co., 1965), p. 512.
28. E.g., R. L. Ecker: *Dictionary of Science and Creationism* (Buffalo, N.Y.: Prometheus Books, 1990), p. 102.
29. M. Séguret, P. Labaume, and R. Madariaga: “Eocene Seismicity in the Pyrenees From Megaturbidites of the South Pyrenean Basin (Spain)”, *Marine Geology* 55 (1984): 117-131.
30. P. G. Davis, D. E. G. Briggs: “The impact of decay and disarticulation on the preservation of fossil birds”, *Palaios* 13 (1998): 3-13.